

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-354837

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 10-157798

(71)Applicant : MITSUBISHI CHEMICAL CORP

(22)Date of filing : 05.06.1998

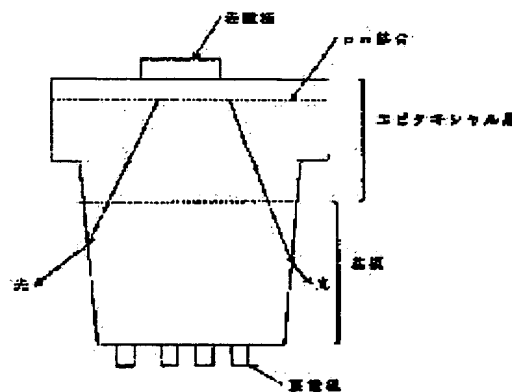
(72)Inventor : SATO TADASHIGE  
IMAI MEGUMI

## (54) LIGHT EMITTING DIODE AND FABRICATION THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting diode in which optical output can be enhanced easily.

SOLUTION: The light emitting diode has an epitaxial layer formed on a substrate and a p-n junction is present in the epitaxial layer. Surface area of the substrate side surface or the epitaxial layer side surface closer to the p-n junction is larger than that of the other surface. The method for fabricating a light emitting diode having a p-n junction in the epitaxial layer comprises a step for laminating the epitaxial layer on the substrate, and a step performing dicing from the substrate side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-354837

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-157798

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月 5 日

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 佐藤 忠重

茨城県牛久市東猶六町1000番地 三菱化学  
株式会社筑波事業所内

(72) 発明者 今井 めぐみ

茨城県牛久市東猶六町1000番地 三菱化学  
株式会社筑波事業所内

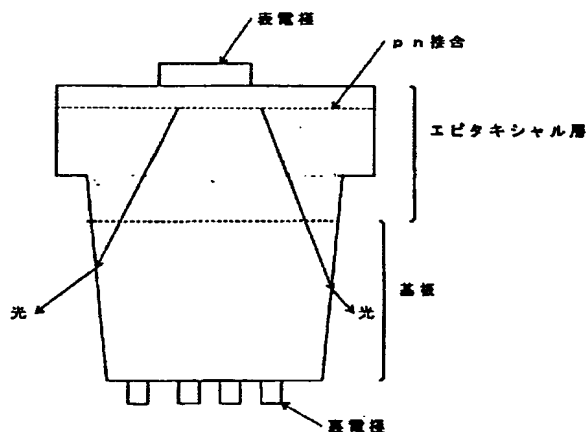
(74) 代理人 弁理士 長谷川 暁司

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡易に光出力を向上することができる発光ダイオードを提供する。

【解決手段】 基板上にエピタキシャル層を有してなり、該エピタキシャル層中に p n 接合を有する発光ダイオードにおいて、基板側表面とエピタキシャル層側の表面のうち、より p n 接合に近い側の表面の方が、もう一方の表面より、表面積が大きいことを特徴とする発光ダイオード、並びに、基板上にエピタキシャル層を積層してなり、該エピタキシャル層中に p n 接合を有する発光ダイオードを製造する方法において、基板上にエピタキシャル層を積層する工程および基板側からダイシングする工程を含むことを特徴とする発光ダイオードの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にエピタキシャル層を有してなり、該エピタキシャル層中にpn接合を有する発光ダイオードにおいて、基板側表面とエピタキシャル層側の表面のうち、よりpn接合に近い側の表面の方が、もう一方の表面より、表面積が大きいことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 基板側表面とエピタキシャル層側の表面のうち、よりpn接合に近い側の表面の面積に対して、もう一方の表面の面積が85%以下であることを特徴とする請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項3】 エピタキシャル層側表面の方が、基板側表面より表面積が大きいことを特徴とする請求項1または2記載の発光ダイオード。

【請求項4】 前記基板は、発光ダイオードの発光に対して透明であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の発光ダイオード。

【請求項5】 前記基板はGaP基板であり、前記エピタキシャル層は $GaAs_{1-x}P_x$  ( $0.45 < x \leq 1$ )層を含むことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の発光ダイオード。

【請求項6】 基板上にエピタキシャル層を積層してなり、該エピタキシャル層中にpn接合を有する発光ダイオードを製造する方法において、基板上にエピタキシャル層を積層する工程および基板側からダイシングする工程を含むことを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオードおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体結晶を構成材料とする発光ダイオード（「LED」）は、表示用素子として現在幅広く用いられており、その中でもIII-V族化合物半導体は、そのほとんどの材料として用いられている。III-V族化合物半導体は可視光、赤外光の波長に相当するバンドギャップを有するため、発光素子へ応用されてきた。その中でもGaAsPはLED用として需要は大きく、LEDの特性として発光出力の向上が要求されてきた。

【0003】例として $GaAs_{1-x}P_x$  ( $0.45 < x \leq 1$ )で説明する。図4に単結晶基板がGaPであるGaAsPエピタキシャルウエハの一般的な構造を示す。GaP単結晶基板上に、基板と同一組成のホモ層、基板と最上層の格子定数の差を緩和するために組成を連続的に1.0～x0まで連続的に変化させた $GaAs_{1-x}P_x$ グラード組成層、 $GaAs_{1-x0}P_{x0}$ 一定組成層、窒素をドーブした $GaAs_{1-x0}P_{x0}$ 低キャリア濃度一定組成層を順次形成した構造からなっている。エピタキシャルウエハの最上層は発光層となり、LEDの発光波長を得るための一定組成x0 ( $0.45 < x0 \leq 1$ )をもち、

窒素と、n型のドーパントであるテルル（Te）または硫黄（S）を所定のキャリア濃度になるようにドーブしている。通常は赤色発光（波長630nm）用としては、 $x0 = 約0.65$ である。窒素（N）はGaAsP中にドーブされると発光センターとなるアイソエレクトロニックトラップとなる。アイソエレクトロニックトラップは電気的には不活性でキャリア濃度には寄与しない。間接遷移型のバンドギャップをもつ発光層GaAs<sub>1-x0</sub>P<sub>x0</sub>に窒素をドーブすることで発光効率を約10倍高めている。通常はLEDを製造するために、発光層表面に亜鉛（Zn）を熱拡散してpn接合を形成する。

【0004】図2に同エピタキシャルウエハを用いた従来LEDチップの構成を示す。最上層内に拡散によってp型の層を形成し、その表面と、GaP基板側にオーミック電極を形成して、素子分離してLEDが製造される。基板として用いるGaP基板はGaAsP層よりバンドギャップが大きいので、発光した光を透過する。屈折率は、例えば赤色に対してGaAs<sub>0.55</sub>P<sub>0.45</sub>は3.5、GaP基板は3.3とGaP基板の方が小さい。pn接合で発光した光がLED内部全体に広がり、GaP基板側からより効率的にLED内部で発光した光をLEDの外部に取り出せることがわかる。実質的に高い光出力が得られるため、黄色から赤色の可視光のLEDとして実用化され、需要は大きい。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現実には光取り出しの効率は十分とは言えず、LEDチップ形状によってLEDの光出力が大きく違ってしまふ。特殊な形状にLEDチップ形状を加工すればよいのだが、LED製造コストが非常に高くなってしまふ問題があるため、特殊な加工はほとんど実施されていない。

【0006】エピタキシャルウエハの品質の向上とチップ製造技術の向上により、LEDの光出力は飛躍的に向上した。しかし、エピタキシャルウエハの品質によるLEDの光出力の向上も次第に困難になってきた。需要の急速な伸びとともに、コストダウンの要求はますます強くなった。LEDの光出力はチップ製造技術によるところが大きい。しかし、たとえ一工程でも増加してコストアップになることは大変なデメリットとなる。工程の煩雑化がなく、簡易で、しかも確実に光出力を向上できることが必要となった。本発明は、発光した光が基板側を通して外部に取り出すことができるLEDにおいて、簡易でコストアップがなく、しかも確実に光出力を向上できるLEDおよびその製造方法を提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】そこで本発明者等は、かかる課題を解決すべく鋭意検討の結果、LEDチップの形状を、pn接合に近い方を上面側として、LEDチップの上面側の面積が、同下面の面積よりも大きいLED形状とすることで、pn接合近傍からより多くの光が発

せられ、かつ発生した光が、LEDチップ側面での反射が少なくより効率的に外部に光を取り出し得ることを見出し、その結果、LEDの光出力を高めることができること見出し、本発明発光ダイオードに到達した。また、かかる上面側の面積が下面側の面積より小さいLEDは、基板上にエピタキシャル層を積層した後、基板側からダイシングすることにより容易に製造可能であることを見出し、本発明の発光ダイオードの製造方法に到達した。

【0008】すなわち、本発明の要旨は、基板上にエピタキシャル層を有してなり、該エピタキシャル層中にpn接合を有する発光ダイオードにおいて、基板側表面とエピタキシャル層側の表面のうち、よりpn接合に近い側の表面の方が、もう一方の表面より、表面積が大きいことを特徴とする発光ダイオード、ならびに、基板上にエピタキシャル層を積層してなり、該エピタキシャル層中にpn接合を有する発光ダイオードを製造する方法において、基板上にエピタキシャル層を積層する工程および基板側からダイシングする工程を含むことを特徴とする発光ダイオードの製造方法に存する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。図1に本発明発光ダイオードの構造を示す。図1から明らかな様に、本発明においては、四角柱上のLEDチップのpn接合に近い側の面（図1のLEDでは上面）よりもう一方の方が面積が小さくなっている。発光部となるpn接合の面積が最大限に大きくなり、発光する面積が大きくなる。発光出力が高くなることがわかる。

【0010】さらに、通常pn接合面の近くに平行にLEDの上面、すなわち屈折率の境界面が存在する。発光した光の半分は、LEDの下面の方に向かい、上面でも光を反射して、それが主にLEDの下面に垂直に向かって伝播することがわかる。一般にはLEDの光出力はLED内部での発光効率よりも、LED外部への取出し効率の依存率が高い。図1から明らかな様に、本発明のLEDは、図2で表される従来のLEDと比較して、pn接合面で発光した光が、LEDチップ内部からLED側面に、より小さな入射角（LED側面の法線と入射光のなす角度）で入射する。このため、LED側面での光の透過率を増し、全反射される割合を少なくできる。LED内部を透過する光は光吸収を受けるので、光は効率よく外部に取り出さなければ、LEDの光出力は向上しない。本発明では、LEDの側面からの光出力の取出し効率を上げることによりLEDの光出力を向上させることができる。内部で発光した光が、効率よくGaP基板側に広がるため、表電極でさえぎられず、より高い光の取出し効率を得られることがわかる。

【0011】本発明LEDは、pn接合に近い側の表面の面積に対し、もう一方の表面の面積が85%以下であることが好ましい。チップの加工性や、LEDランプ組

立の作業性から30%以上、好ましくは40%以上である。なお、通常pn接合はエピタキシャル層側表面から3~20μmの範囲に存在し、一方、LEDチップ全体の厚みは200~350μm程度あるので、通常pn接合に近い側の表面はエピタキシャル層側の表面であるし、もう一方の表面は、基板側の表面である。また、これらの表面は電極の存在を考慮しない表面を意味するものとする。

【0012】図2の従来のLEDでは、エピタキシャル層の表面にpn接合面が平行であるため、その垂直方向に最も強く光が伝播する。従来の形状の方が座りがよく、取り扱いは便利である。しかし、エピタキシャル層の表面近くにあるpn接合面で発光した光は、主にLEDの下面で反射される。LEDの下面はLEDランプ加工で接着面となり、効率的にLEDの外に光出力を取り出せない。LEDの側面からの光の取出し効率も、内部から側面への光の入射角が大きくなるので悪くなる。

【0013】発光ダイオードの層構成、即ち、基板やエピタキシャル層の材料、組成、厚み製造法等は特に限定されないが、前記基板は、発光ダイオードの発光に対して透明であることが、さらなる出力向上のためには好ましい。また、基板がGaP基板であり、エピタキシャル層はGaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>（0.45<x≤1）層を含むことが好ましい。より具体的には、図4に示す様な、GaP基板上に、必要に応じて、基板と同一組成のGaPホモ層、基板と最上層の格子定数の差を緩和するために組成を連続的に1.0~x0まで連続的に変化させたGaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>、グレード組成層、GaAs<sub>1-x0</sub>P<sub>x0</sub>一定組成層、窒素をドーブしたGaAs<sub>1-x0</sub>P<sub>x0</sub>低キャリア濃度一定組成層を順次形成した層構成が好ましい。エピタキシャルウエハの最上層は発光層となり、LEDの発光波長を得るための一定組成x0（0.45<x0≤1）をもち、窒素と、n型のドーパントであるテルル（Te）または硫黄（S）を所定のキャリア濃度になるようにドーブしている。通常は赤色発光（波長630nm）用としては、x0=約0.65である。窒素（N）はGaAsP中にドーブされると発光センターとなるアインエレクトロニックトラップとなる。

【0014】上記のLEDの製造にあたり、コスト的に安価で、しかも容易に製造できる方法を検討した結果、エピタキシャルウエハの裏面からダイシングする方法を見いだした。GaAsPエピタキシャルウエハによるLEDの場合、n型のGaP基板上にn型のエピタキシャル層を成長させ、後に拡散によりエピタキシャル層にP型の層を形成して、pn接合を得る。この後、不要の裏面のp層を除去するためと、エピタキシャルウエハを適当な厚さにするために、裏面を通常数十μmバックラップによって除去する。電極を両面に形成後、エピタキシャル層側のLEDの上面よりも、基板側のLEDの下面の面積が小さくなるようにLEDを作製する。

【0015】図3の通り、ダイシングした切り口の断面図はハーフダイス、フルダイスにかかわらず、ダイシング刃の先端側が切りしろが狭くなることがわかる。pn接合面側を切ってしまうと、図2に示す様にpn接合面積が小さくなって、発光出力の低下を生じている。表面の電極に合わせてダイシングするためには、例えばバックラップ工程の後裏面をエッチングによって半鏡面加工した面を利用する。裏面から表電極ははっきりと見えるので、裏面からのダイシングの位置合わせは裏面の電極の間から、顕微鏡またはCCDカメラ等直接位置を確認することができる。また、両面合わせマスクを用いて、表裏電極を最初から合わせてパターンニングすれば、裏面の電極パターンを見て合わせることができる。

【0016】なお、上記の説明は、主として発光した光が裏面からは取り出せないGaAsPエビタキシャルウエハに関して行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、発光した光が裏面から取り出せるエビタキシャルウエハでも同じである。たとえば基板を除去したダブルヘテロ型のAlGaAsエビタキシャルウエハであってもよい。また、液相エビタキシャル法で成長した緑色LED用のGaP基板上にGaP層を成長したエビタキシャルウエハ、赤外LED用のGaAs基板上にSiドープGaAs層を成長したエビタキシャルウエハ等にも適用可能である。

【0017】

【実施例】以下、本発明を、実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、下記実施例により限定されるものではない。

実施例1

ハイドライド気相法を用いてGaP基板上に、3 $\mu$ mのGaPホモ層、23 $\mu$ mのGaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>グレード組成層(x=1 $\rightarrow$ 0.65に連続的に減少)、12 $\mu$ mのGaAs<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>一定組成層、20 $\mu$ mのGaAs<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>窒素ドープ一定組成層を順次エビタキシャル成長させて、図4に示す層構成で発光波長630nmの赤色発光ダイオード用のエビタキシャルウエハを製造した。該エビタキシャルウエハを、ZnAs<sub>2</sub>を拡散源としてP型不純物であるZnとともに何もコーティングしないで石英アンプル内に真空中に封管して、760°Cの温度で表面から4 $\mu$ mの深さまでZnを拡散させた。基板側をラッピングして粗面加工してダメージを取るために王水のエッチング液でエッチングを行い、裏面を半鏡

面加工し、厚みを280 $\mu$ mにそろえた。続いて、真空蒸着による表裏の電極形成等を行った。表面は350 $\mu$ m間隔で直径120 $\mu$ mの円形電極を蒸着し、裏面は上下左右70 $\mu$ m間隔で直径50 $\mu$ mの円形電極を蒸着した。なお、ここで両面合わせマスクを使えば、表裏電極を所定の位置に形成することは可能である。ダイシングは350 $\mu$ m間隔の表電極に合わせて、裏面の裏電極の間のエッチング面からエビタキシャルウエハ内を通して、表電極を見て位置決定して、50 $\mu$ m残してハーフダイスした。さらにリン酸系のエッチング液でダイシングのダメージを除去した。粘着シートに張り付けて、ブレーキングを行って、表面が350 $\mu$ m $\times$ 350 $\mu$ m、裏面が300 $\mu$ m $\times$ 300 $\mu$ m、高さ280 $\mu$ mの四角柱形のLEDチップを完成させた。光出力測定は25mAエポキシコートなしで、TO-18ヘッダーに銀ペーストで接着して測定した。LEDチップ全体の光出力は26(任意単位)であった。

【0018】比較例1

ダイシングを表側から行った以外実施例と全く同様にして、表面が300 $\mu$ m $\times$ 300 $\mu$ m、裏面が350 $\mu$ m $\times$ 350 $\mu$ m、高さ280 $\mu$ mのLEDチップを完成させた。次いで、実施例と全く同様にして光出力測定を行ったところ、LEDチップ全体の光出力は、22(任意単位)であった。

【0019】

【発明の効果】実施例では18%の向上であるが、この光出力向上のためには、エビタキシャルウエハの品質向上やチップ製造技術の向上だけでは、現状では非常に高度な技術を要求される。この発明によれば、表示用の素子としての光出力が高いLEDを、簡単なLED構造の改良だけで安定に提供できる。従来と同じ工程であり、技術的には容易なチップ構造のみの変更で、光出力を向上することができ、多大な工業的利益を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

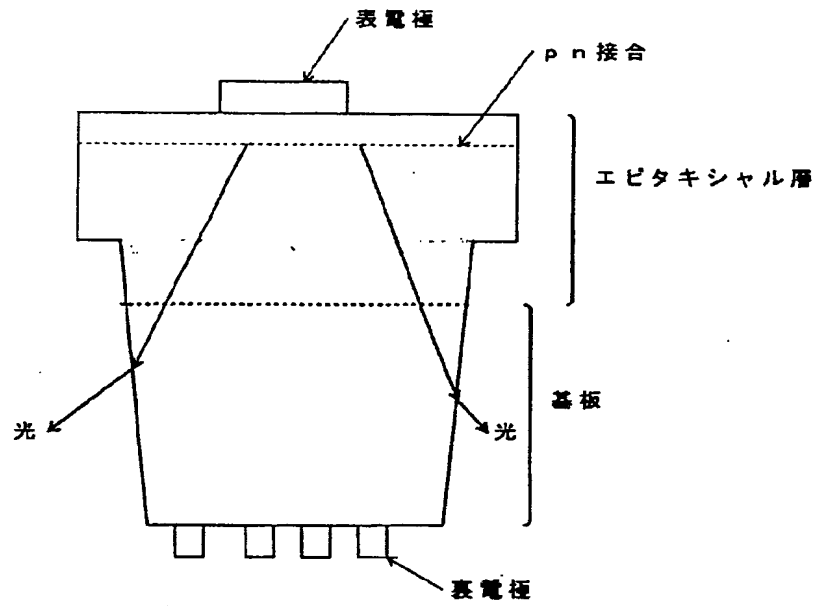
【図1】本発明の発光ダイオードの構成を示す断面説明図

【図2】従来の発光ダイオードの構成を示す断面説明図

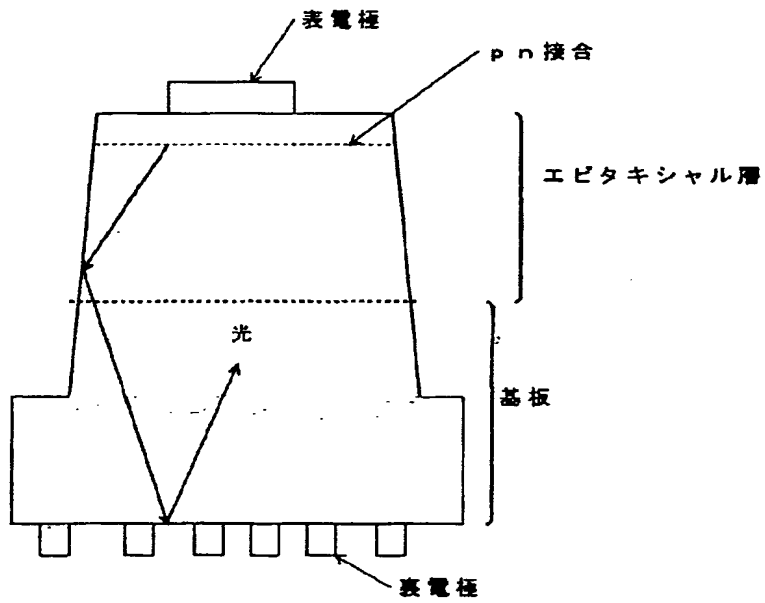
【図3】本発明の発光ダイオードの製造方法の説明図

【図4】GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>エビタキシャルウエハの層構成を示す断面説明図

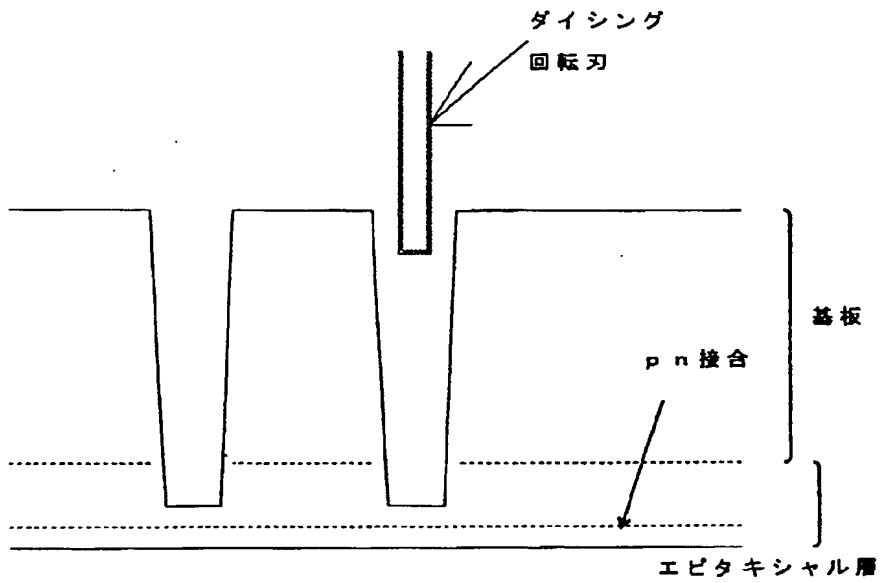
【図1】



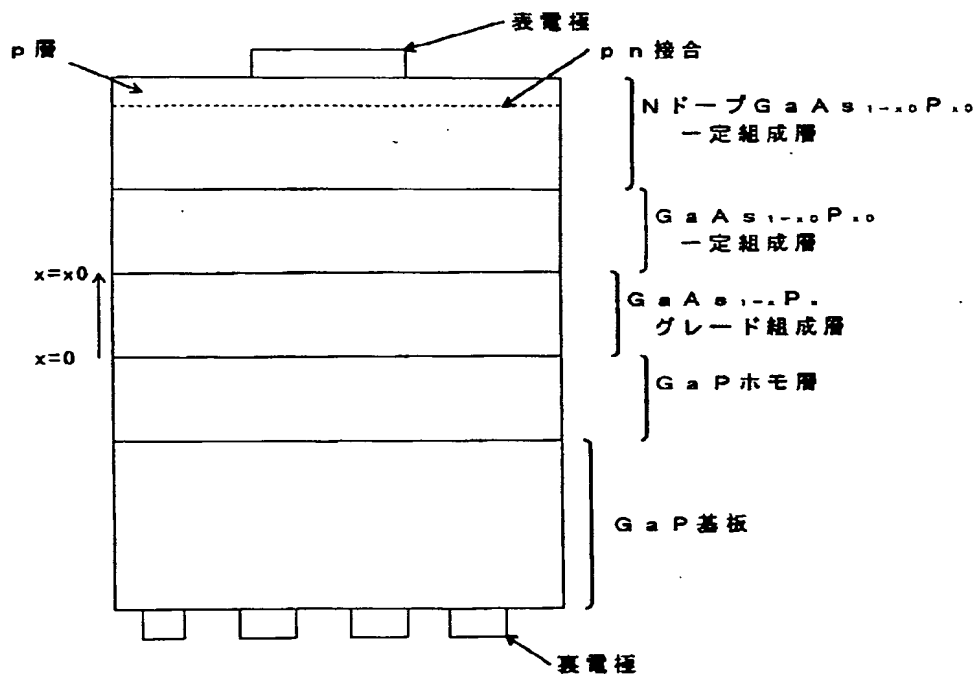
【図2】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**